

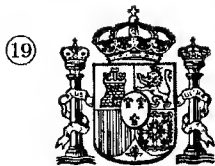
## Variable volume filter for concentrating fine solids in suspension

Patent Number: ES2003373  
Publication date: 1988-11-01  
Inventor(s): KOPP CLINTON VIRGIL;; FORD DOUGLAS LYONS  
Applicant(s): MEMTEC LTD (AU)  
Requested Patent: ☐ ES2003373  
Application Number: ES19860002563 19861013  
Priority Number(s): ES19860002563 19861013  
IPC Classification: F16J3/02; G05D16/06  
EC Classification:  
Equivalents:

### Abstract

A variable vol. filter for concentrating the fine solids in a liq. feed suspension has an outer shell contg. a bundle of microporous fibres. A pressurised feed suspension enters through a side inlet and spreads over the external wall of the fibre bundle, with the clarified liq. being drawn from the fibre lumens and discharged through the outlets in the sealing plugs. The concd. feed suspension is discharged through the upper side outlet. The solids retained within the shell are purged by applying a pressurised liq. followed by a gas at a pressure that will pass through the larger pores of the fibres and discharge the solids through the upper side outlet to an external collection point. - The fibre bundle is restrained between expandable variable vol. diaphragms located within diaphragm holders by spaced plugs. The volume is controlled by the pressure of the fluid introduced through an inlet to the space between the diaphragm and the holder. An operating control system is described using automation to maintain a constant throughput and purge when required.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



REGISTRO DE LA  
PROPIEDAD INDUSTRIAL

ESPAÑA

⑪ N.º de publicación: ES 2 003 373

⑫ Número de solicitud: 8602563

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>: F16J 3/02

G05D 16/06

⑭

PATENTE DE INVENCION

A6

② Fecha de presentación: 13.10.86

④ Fecha de anuncio de la concesión: 01.11.88

⑥ Fecha de publicación del folleto de patente:  
01.11.88

⑦ Titular/es: Memtec Limited  
60 Macquarie Street, Parramatta  
New South Wales, Commonwealth, AU

⑧ Inventor/es: Ford, Douglas Lyons y  
Kopp, Clinton Virgil

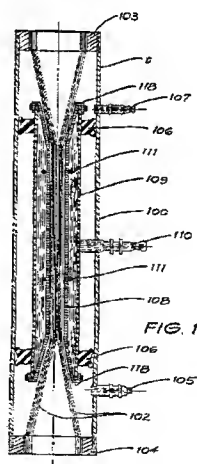
⑨ Agente: Gómez-Acebo Pombo, J. Miguel

⑤ Título: **Aparato para tratar una suspensión líquida.**

⑥ Resumen:

Aparato para tratar una suspensión líquida, en particular para concentrar los sólidos finos de una suspensión líquida alimentada, tiene una cubierta (100) dentro de la cual existe un mazo de fibras microporosas (102). La suspensión presurizada alimentada es introducida a través de un orificio de entrada (105) y pesa sobre las paredes exteriores de las fibras (102) extrayéndose el líquido clarificado de los volúmenes de las fibras (102) y descargándose la alimentación concentrada a través del orificio de salida 107. Los sólidos retenidos dentro de la cubierta son removidos aplicando primero un líquido presurizado y luego aplicando un gas a una presión suficiente para asegurar que el gas pasará a través de los poros más grandes de las fibras para remover los sólidos de la cubierta (100) a través del orificio de salida (107) hasta un punto de recolección exterior.

Las fibras (102) están encerradas dentro de un diafragma de volumen variable (108), colocado dentro del sujetador del diafragma (109) por medio de las clavijas separadas (106). El volumen del diafragma es alterado variando la presión de un fluido introducido a través del orificio de entrada (110) al espacio entre el diafragma (108) y el sujetador (109).



## DESCRIPCION

Esta invención se refiere a un filtro o concentrador de volumen variable que contiene un mazo de fibras huecas, porosas.

Por conveniencia, la invención se describirá en relación al uso de las fibras huecas en la recuperación de sólidos finos de las suspensiones. Sin embargo, debe quedar entendido que la invención no se encuentra limitada a ello, ya que se puede aplicar fácilmente a filtros de flujo cruzado y a otros dispositivos usando los mazos de fibras huecas, porosas.

El problema de la recuperación de sólidos finos de suspensiones es complementario de aquel de la recuperación de líquidos claros de las suspensiones.

Los productores de líquidos claros habitualmente consideran todos los vestigios visibles de sólidos como desperdicios. Los métodos usados con frecuencia comprenden la adición de floculantes y auxiliares de filtro que contaminan los sólidos. El Contenido de sólidos tiende a ser bajo, alentando el uso de métodos que remueven el líquido claro de una suspensión, más bien, de un tanque de la suspensión alimentada continuamente en la cual el contenido de sólidos aumenta hasta producir algún efecto nocivo, necesitando descargar el contenido del tanque de suspensión alimentada dentro de algún otro dispositivo. Invariablemente, los sólidos que se acumulan se debe a la producción lenta, constante y la productividad se puede beneficiar de algún dispositivo que rechace continuamente los sólidos concentrados.

En contraste a esto, los productores de sólidos finamente divididos son, habitualmente, las industrias de alimentos, minería o de manufactura para las cuales los sólidos son convenientes y el líquido es mejor recirculado. Asimismo, los sólidos tienen especificaciones para el tamaño y pureza, con frecuencia necesitan procesamiento adicional y en su mayoría necesitan ser obtenidos con alto contenido de sólidos como concentrados. Los auxiliares de filtro, desde luego, contaminarán el producto.

Una descripción detallada reciente de filtración cruzada es dada por R. Betera, H. Steven y M. Metcalfe, *The Chemical Engineer*, páginas 10-14, junio de 1984.

Como se ilustra en la Figura 8 de la publicación anterior, aún el último módulo de filtro de Enka Membrana A.G. de 1984, rápidamente se atasca y el flujo de líquido clarificado continúa bajando cuando es lavado de nuevo con el líquido clarificado a través de la membrana a la manera de flujo cruzado de concentración constante (diafiltración) sobre un rellenador inorgánico fino.

Económicamente, la habilidad de haberselas con sólidos fuertemente atascados sin auxiliares de filtro es más urgente. Este problema de atascamiento ha sido reconocido durante mucho tiempo y la técnica registra algunos intentos para substituir el gas por líquido clarificado durante el lavado de nuevo para evitar la recirculación del líquido clarificado hacia la suspensión alimentada. Así pues, la Patente Japonesa no examinada Publicación de Kokai N° 53(1978)-108.882 describe: "Como filtrado no se usa en la presente invención

para la limpieza inversa de la membrana, el defecto serio del método de la técnica anterior es que, el regreso del filtrado al líquido crudo substancialmente es eliminado, con los méritos industriales obvios".

El contralavado de gas a través de la membrana es imposible en filtros de poro muy fino por ejemplo las membranas de ósmosis inversa y ultrafiltros debido a que las presiones necesitan superar la tensión de la superficie, es decir, debido a que las presiones necesarias para superar la tensión de la superficie van más allá de las resistencias de las membranas de fibras huecas usadas para estos fines; los líquidos humedecibles pueden pasar, pero no lo gases. Cualesquiera burbujas de gas que pasen a través de esta membrana indican la presencia de defectos de orificios pequeños en la membrana. En consecuencia, esta invención no tiene aplicación para la ósmosis inversa o en los ultrafiltradores reales.

Esta invención concierne a microfiltradores que contienen poro más grandes que aquellos de los ultrafiltradores y que varían de 0.001 a 10 micras. Habitualmente, los poros más grandes están distribuidos de tal manera que los líquidos clarificados se encuentran libres de toda turbidez visible. La turbidez del líquido clarificado comprende más del poro y tamaño de partícula, obedeciendo y proveniendose las leyes ópticas bien conocidas.

Los microfiltros anteriores se atascaban rápidamente ya que trataban partículas que no estaban suspendidas por el movimiento Brownian ni difusión, sino que penetraban en la escala de tamaño de poro a la manera de obstrucción de tamiz.

Un método para resolver este problema fue el de operar microfiltros hidrofílicos en una manera de flujo cruzado con contralavado a través de la membrana del líquido clarificado. Se requirieron altas velocidades del flujo cruzado de la suspensión alimentada para ser dirigida hacia la superficie de filtración más pequeña del lumen en oposición a la superficie exterior más grande de la fibra. Así pues, las presiones del contralavado tuvieron que ser limitadas para evitar el aplastamiento de las fibras. La superficie de filtración más pequeña, es decir, su orificio de salida reducido y este método con frecuencia no fueron una solución útil al problema de atascamiento.

Otro método de la técnica anterior se describe en la Publicación de Kokai de la Patente Japonesa N° 53(1978) 108.882 donde un mazo de fibras huecas en configuración de "bujía" floja de fibras de "alcohol de polivinilo (APV)" hidrofílico se hizo retorcer durante flujos inversos lumenales largos (un minuto) con aire. Las "bujías" del filtro son más similares a los filtros de extremo cerrado que a las cubiertas de flujo cruzado y filtros de tubo ya que están en la forma de postes huecos alargados cerrados en un extremo.

Nuestras solicitudes de patentes internacionales:

Co-pendientes N° PCT / AU86 / 00049 *Concentration of Solids in a Suspension* y PCT / AU86 / 00080 *Cooling Hollow - Fibre Crossflow Separators* describen métodos mejorados para concentrar y aislar los sólidos de una suspensión líquida en un tiempo mínimo.

En términos generales, estas dos especificaciones están dirigidas a un método para la concentración de sólidos de una suspensión líquida que comprende las etapas de:

- (i) Aplicar la suspensión de líquidos a la superficie exterior de las fibras huecas, microporosas, elásticas, dentro de una cubierta o alojamiento con lo que:
  - (a) algo de la suspensión líquida pasa a través de las paredes de las fibras para ser extraída como líquido clarificado de los lumenes de la fibra.
  - (b) cuando menos algo de los sólidos son retenidos sobre o en las fibras o de alguna otra manera dentro de la cubierta removiendo los sólidos no retenidos de la cubierta con el resto del líquido.
- (ii) Descargar los sólidos retenidos de la cubierta mediante la aplicación a través de los lumenes de la fibra:
  - (a) un líquido presurizado que pasa a través de substancialmente todos los poros con lo que substancialmente todos los poros son ensanchados para lavar cualesquiera sólidos retenidos seguido por,
  - (b) un gas presurizado que pasa a través de los poros más grandes para ensanchar esos poros para desalojar cualesquiera sólidos retenidos en esos poros y para lavar las paredes exteriores de las fibras y el interior de la cubierta para remover todos los sólidos de la cubierta hasta un punto de recolección exterior.

Sin embargo, las invenciones anteriores pueden ser mejoradas mediante atención al volumen de la cubierta que encierra el mazo del filtro de fibras huecas, porosas.

Durante un funcionamiento de flujo cruzado normal, existe la necesidad de eliminar los puntos muertos y asegurar una corriente uniforme, rápida de suspensión a lo largo de la longitud de las fibras. Se necesita una cubierta relativamente hermética para lograr esto.

Sin embargo, la cubierta no debe ser de diámetro uniforme. A medida que la filtración progresa en una concentración de recirculación común, en donde el líquido clarificado y los sólidos concentrados ambos son rechazados tan rápidamente como es posible, el contenido de sólidos de la suspensión alimentada se eleva excesivamente. Entonces es conveniente extender la cubierta para mantener una caída constante de la presión a lo largo de la longitud de las fibras. Al comienzo de cada nueva carga se necesita una contracción en el diámetro de la cubierta. Por el contrario, en cada expulsión de sólidos, es conveniente extender la cubierta para facilitar la descarga y la limpieza de la interfibra.

El revestimiento interior de la cubierta con un revestimiento elástico o encogible al calor se describe en la patente francesa N° 2,267.138. Sin embargo, la finalidad de este revestimiento es la de

facilitar la construcción de un manguito apretado sobre los mazos de fibras huecas, porosas. Esto logra la eliminación de los puntos muertos y asegura una alimentación y caída de presión uniformes en la cubierta sólo mientras la alimentación permanece sin cambio. Asimismo no existe abastecimiento de descarga de sólidos ni aún durante el contralavado. Una revisión comprensiva de la técnica en esa fecha se incluye en esa patente francesa.

Además, la técnica anterior no reconoce el valor de un manguito elástico cuya elasticidad es ajustada o es hecho ajustable por medio de una contrapresión o tensionamiento de tal manera que un suministro de alimentación pulsada puede ocasionar un rozamiento controlado entre las fibras y entre las fibras y el manguito elástico sin enredar la fibra. Este rozamiento controlado da un control extra del grueso de cualquier pan de filtro permitiendo así la reducción de la recirculación de alimentación rápida anteriormente usada como único medio de control.

De acuerdo con lo anterior, la patente francesa N° 2,267.138 no dirige la necesidad vital en la filtración de flujo cruzado para una cubierta que varía en diámetro durante un ciclo y con frecuencia se debe extender cada minuto para permitir la descarga de los sólidos.

De acuerdo con la presente invención, se provee un aparato para tratar una suspensión líquida que comprende una cubierta, una pluralidad de fibras elásticas, huecas, microporosas dentro de la cubierta, medios para suministrar la suspensión alimentada presurizada a la cubierta, medios para extraer el líquido clarificado en la cubierta, medios para aplicar un flujo inverso presurizado de líquido clarificado seguido por un flujo inverso presurizado de gas a los sólidos de descarga retenido sobre o en las fibras o de alguna otra manera dentro de la cubierta, medios para descargar la suspensión concentrada; y un diafragma alargado de volumen variable dentro de la cubierta.

De preferencia, el gas presurizado es aplicado como un contralavado a toda la longitud de las fibras mediante el desplazamiento de cualquier lumen líquido con gas a una presión inferior al punto de burbujeo de las paredes de las fibras. La cubierta es entonces sellada con el líquido alimentado relativamente incompresible de tal manera que el gas no puede fluir a través de las paredes de las fibras a medida que la presión del gas es elevada más allá del punto de burbujeo. El sello líquido es entonces liberado para permitir que el gas atrapado escape substancialmente de manera uniforme a través de las paredes de las fibras aún en el punto más distante del orificio de entrada del lumen reduciendo así al mínimo el lavado preferencial subsecuente de los poros cerca del orificio de entrada del gas.

En una forma de la invención, el concentrador incluye medios para sellar la suspensión alimentada relativamente incompresible en la cubierta tras el desplazamiento del líquido de los lumenes de la fibra mediante el gas presurizado de tal manera que el gas puede ser atrapado en los lumenes a una presión superior al punto de burbujeo de las paredes de las fibras y medios para permitir la liberación súbita del gas substancialmente

uniforme a través de las paredes de las fibras.

El diámetro del diagrama está adaptado para cambiar de acuerdo con un programa predeterminado o está adaptado para cambiar para mantener una caída de presión controlable a lo largo de la cubierta. La caída de presión es substancialmente independiente de la viscosidad de la alimentación. El diámetro puede también aumentarse para facilitar la descarga periódica de los sólidos acumulados sobre o entre las fibras huecas.

La invención provee asimismo un método para:

- (a) aplicar inicialmente el gas a una presión inferior al punto de burbujeo de las paredes de las fibras para desplazar cualquier líquido de los lumenes de las fibras,
- (b) Sellar la cubierta y las superficies exteriores de las fibras con un líquido,
- (c) Aumentar la presión del gas por encima del punto de burbujeo de las paredes de las fibras, y
- (d) liberar el sello líquido para permitir que el gas atrapado se escape substancialmente de manera uniforme a través de las paredes de las fibras.

Con el fin de que la invención pueda ser más fácilmente comprendida y puesta en ejecución práctica, se hará ahora referencia a los dibujos que se acompañan.

#### Figura 1

Es un diagrama esquemático simplificado de un concentrador de flujo cruzado de fibra hueca de acuerdo con una modalidad de la invención.

#### Figura 2

Es un diagrama esquemático de un sistema concentrador de flujo cruzado de fibra hueca que incorpora el concentrador de la Figura 1.

El concentrador de fibra hueca ilustrado en la figura 1 incluye una cubierta 100 dentro de la cual está colocado un mazo de fibras poliméricas huecas, porosas 102. En este caso, cada fibra está hecha de polipropileno, tiene un tamaño de poro promedio de 0.2 micras, un grueso de pared de 200 micras y un diámetro de lumen de 200 micras. Existen 3000 fibras huecas en el haz 102, pero este número, así como las dimensiones de la fibra individual, se puede variar de acuerdo con los requerimientos operacionales.

Los tapones de sello 103 y 104 sujetan los extremos de las fibras 102 en su lugar sin bloquear sus lumenes y cierran cada extremo de la cubierta 100. La suspensión líquida alimentada que va a ser concentrada es bombeada dentro de la cubierta 100 a través del orificio de entrada 105 para la suspensión alimentada y pasa sobre las paredes exteriores de las paredes exteriores de las fibras 102. Algo de la suspensión alimentada pasa a través de las paredes de las fibras hacia los lumenes de las fibras para ser extraída a través de los orificios de salida de la cubierta formados en los tapones de sello 103 y 104 como líquido clarificado.

La suspensión alimentada restante y algo de los sólidos rechazados fluyen entre las fibras 102 y sales de la cubierta 100 a través del orificio de salida 107. El resto de los sólidos rechazados es mantenido sobre o dentro de las fibras o es retenido de alguna otra manera dentro de la cubierta.

El mazo de fibras 102 está colocado dentro de un diafragma tubular deformable 108 y cuyos extremos 118 están asegurados sobre y a las extremidades superior e inferior de un tubo 109 sujetador del diafragma en posición por medio de los tapones de sello 106.

En la práctica, la suspensión alimentada entra a la cubierta 100 a través del orificio de entrada 105 y a la presión P1 y choca sobre el tubo rígido 109 que sostiene el diafragma antes de entrar al mazo de fibras.

El mazo de fibras está confinado por medio del manguito 108 del diafragma deformable y la posición del diafragma 108 es determinada por el fluido que entra por el orificio de entrada de presión de control del diafragma 110 a una presión P3. Elevando la presión P3 se fuerza el diafragma 108 apretadamente sobre el mazo de fibras huecas mientras que reduciendo suficientemente la presión finalmente se permite que el diafragma 108 se apoye completamente contra el tubo 109 sujetador del diafragma.

Si se desea, el grueso o elasticidad o conducto interior del diafragma 108 puede ser elegido para dar cualquier configuración de caída de presión deseada a lo largo de la longitud de las fibras. Las bandas elásticas 111 que son una simple elección para lograr esto están indicadas en la Figura 1, pero no son de ninguna manera necesarias.

El diafragma tubular de volumen variable de la invención se puede aplicar a un concentrador de fibra huecas de flujo cruzado de la clase ilustrada en la figura 2 el cual funciona de un número de maneras. El sistema de la Figura 2 se describirá primero sin referencia al diafragma. En el modo de concentración de flujo cruzado la bomba 38 extrae la suspensión alimentada del tanque de suspensión alimentada 27 a través de un tubo de succión de bomba 39 de ahí a través de la válvula de presión de entrada 37 y lo envía a través del tubo de entrada 29 de la suspensión alimentada (que tiene una válvula de solenoide de detención de la suspensión alimentada 41) al concentrador de flujo cruzado 20.

La suspensión alimentada pasa sobre la superficie de las fibras huecas dentro del concentrador de flujo cruzado 20 y algo del fluido pasa a través de las fibras hacia los lumenes que van a ser enviados al tubo de salida 21 del líquido clarificado. El líquido clarificado en el tubo 21 pasa a través del cilindro 47 que para el líquido clarificado, el cual funciona por medio del solenoide 47a, la válvula de control del líquido clarificado 22 controlada por el solenoide 22a y el detector de flujo 32 hasta un punto de recolección del líquido clarificado. El flujo del líquido clarificado hasta el tubo 23 se evita por medio de la válvula de retención 51.

La suspensión alimentada concentrada del concentrador de flujo cruzado 20 pasa a través de la válvula de retención 35 y la válvula de sello 55 de la cubierta operada por solenoide (cuando está

ajustada) dentro del tubo 28 del cual es enviado a la válvula de desviación del concentrado de tres vías 30 controlada por el solenoide 30a. La válvula 30 tiene trayectorias de salida (a) y (b) que conducen al tanque 17 de la suspensión alimentada y a un punto de recolección del concentrado, respectivamente. En el modo de concentración, la válvula 30 está en la posición (a) de tal manera que la suspensión alimentada concentrada pasa a través de la válvula de presión 33 dentro del tanque 27.

Se fija una válvula de derivación 34 en el tubo de derivación 40 para controlar, junto con la válvula de presión 37, el régimen de flujo a través del concentrador de flujo cruzado 20. El tanque de la suspensión alimentada 27 tiene un orificio de entrada 53 para la suspensión de alimentación y un orificio de entrada para el lavado, un calentador 54 y respiradero 48.

La presión de entrada de la suspensión, la presión de salida de la suspensión concentrada y la presión del líquido clarificado son controlados o determinadas por medio de las válvulas 37, 33 y 32, respectivamente. Durante el modo de concentración la válvula de retención 26 está cerrada, la válvula 55 está abierta y la válvula 30 está fija a la trayectoria (a).

El líquido que sale de la válvula 22 es supervisado por el detector de flujo 32 y los parámetros detectados son usados como entradas al controlador programable 31. El controlador 31 compara el régimen de flujo real del líquido clarificado con los valores predeterminados de régimen de flujo y tiempo para iniciar un ciclo de descarga.

En este caso, existen dos criterios para determinar el tiempo apropiado para descargar el concentrador 20. El primer criterio es el régimen de flujo de descarga de líquido clarificado y una vez que disminuye hasta un régimen predeterminado y fijo el controlador 31 inicia un ciclo de descarga. El segundo criterio es el tiempo donde el controlador inicia un ciclo de descarga a intervalos de tiempo fijos. El segundo criterio es más apropiado para suspensiones alimentadas donde el régimen de flujo del líquido no declina muy rápidamente.

Se introduce gas sustancialmente seco al sistema durante el modo de descarga a través del tubo 23 que incluye una válvula de control de presión de gas 24, una válvula de flujo de gas 25 y una válvula de retención de gas 26 controlada por el solenoide 26a. Con el fin de permitir la evaporación (y enfriamiento en consecuencia), el gas debe estar bajo saturación con respecto al vapor del líquido en la temperatura de operación.

Un tubo de descarga para el enfriamiento luminal 60 conectado entre la salida de aire luminal 61 y el tubo de salida del líquido clarificado 62 contiene una válvula de retención para enfriamiento luminal 43 que es controlada por el solenoide 43a y una válvula de retención de enfriamiento luminal 46. Un tubo de enfriamiento de la cubierta 63 conectado entre el tubo de entrada de alimentación 29 y la válvula de desviación de enfriamiento de la cubierta 42 en el tubo 23 tiene una válvula de retención 45. La válvula de derivación de enfriamiento de la cubierta 42 es controlada por el solenoide 42a y tiene las trayectorias (a) y (b) cuyas funciones se describirán más

abajo.

Para llevar a cabo una descarga, el controlador programable 31 fija el sistema en el modo de descarga accionando los solenoides 22a, 26a, 43a y 30a, a su vez cierran la válvula 22, abren la válvula 26, cierran la válvula 43 y cambian la trayectoria de salida de la válvula de desviación del concentrado de tres vías 30 a la trayectoria (b) de tal manera que se mantiene el líquido clarificado de volumen variable subsecuente y el medio de descarga gaseoso así como el desalojamiento del material de las fibras puede ser descargado del sistema.

Si la temperatura detectada por el detector 44 es más alta que el límite predeterminado y las otras condiciones necesitan un ciclo de limpieza de flujo inverso, el controlador programable inicia un flujo luminal a través del gas para el enfriamiento evaporativo rápido de las fibras huecas antes de la limpieza de flujo inverso mediante la acción de los solenoides 22a, 43a, 41a y 26a de tal manera que la válvula 22 es cerrada, la válvula 43 es abierta, la válvula 41 es cerrada y la válvula 26 es abierta durante un tiempo predeterminado, terminado el tiempo de enfriamiento luminal. El gas de enfriamiento luminal fluye a través del tubo 21 sin alterar el líquido clarificado en el cilindro de detención 47 y es descargado dentro del tubo de líquido clarificado a través de la válvula 43. El tiempo de enfriamiento luminal es suficiente para reducir la temperatura de las fibras hasta dentro de límites seguros.

Si bien el gas enfriará una fibra que está saturada con un líquido no volátil mediante extracción de calor igual al producto de la masa y el valor específico del gas y la diferencia de temperatura, el enfriamiento es lento y esta invención es más efectiva cuando se aplica a líquidos de volatilidad substancial y calor latente de evaporación. El agua es ideal debido a su gran calor latente de evaporación. Tiempos de 5 a 20 segundos son normales para el agua de enfriamiento de tal manera que existe muy poca pérdida de tiempo productivo en comparación con las horas ahorradas por día operando a temperaturas más altas y es posible así un mejor lavado. Existe poco gasto añadido ya que la mayor parte del equipo costoso ya existe para otros fines.

Se inicia entonces la descarga de sólidos por medio del controlador programable 31 que acciona el solenoide 26a para abrir la válvula de gas 26 y el solenoide 47a del cilindro de detención del líquido clarificado 47, de tal manera que el contenido de líquido de ese dispositivo es descargado bajo presión del gas suministrado a través de la válvula 26 hacia los lumenes y a través de las fibras en la dirección inversa a la operación normal para extender todos los poros y para desplazar todo el líquido en cualesquiera sólidos alojados dentro de los poros de las fibras.

Después que el cilindro de detención 47 ha sido vaciado, el controlador programable 31 continúa el flujo de gas a través de la válvula 26 y el tubo 21 hacia los lumenes y a través de los poros más grandes de las fibras para el lavado de sólidos fuera de las fibras y el interior de la cubierta. La válvula 26 es cerrada por medio del solenoide 26a al término del tiempo de descarga del gas.

Para lograr una descarga de gas más uniforme, a través de los poros más grandes a lo largo de toda la longitud de una fibra estrecha, se prefiere desahogar el gas, después que el cilindro de retención 47 ha sido vaciado, a través de la válvula de retención 46 y la válvula de parada lumenal 43 (que ha sido abierta por el controlador programable 31 mediante la acción del solenoide 43a). El controlador 31 cierra entonces la válvula 55 que sella la cubierta mediante la acción del solenoide 55a y la válvula de parada de alimentación 41 mediante la acción del solenoide 41a de tal manera que se acumula presión de gas dentro de la cubierta 27 hasta la presión total determinada por el regulador de presión de gas 24. La válvula que sella la cubierta 55, es entonces abierta durante el tiempo de descarga de gas predeterminado mediante el controlador 31 que acciona el solenoide 55a.

Al terminar el tiempo del ciclo de descarga, el controlador 31 regresa el sistema al modo de concentración, como se ha descrito arriba, excepto que la válvula 22 es mantenida cerrada hasta que el cilindro de retención 47 es llenado con líquido clarificado.

Para el procesamiento de algunas suspensiones de alimentación puede ser conveniente enfriar las fibras haciendo pasar el gas a través del lado de la cubierta de las fibras. Cuando la temperatura detectada por el detector 44 es más alta que el límite predeterminado y las otras condiciones necesitan un ciclo de limpieza de flujo inverso, el controlador programable inicia un ciclo de enfriamiento en el lado de la cubierta mediante la acción de la válvula 41 (cerrada), 26 (abierta); y 42 (en la posición a) durante un tiempo predeterminado, terminado el tiempo de enfriamiento del lado de la cubierta, el cual es suficiente para reducir la temperatura de las fibras hasta un nivel seguro optimo. Después de completar el tiempo de enfriamiento en el lado de la cubierta, el controlador programable inicia un ciclo de limpieza de flujo inverso mediante el accionamiento de las válvulas 22 (cerrada), 42 (en la posición b) durante el tiempo del ciclo inverso. Al término del ciclo de limpieza de flujo inverso el controlador programable regresa el sistema al modo de concentración como se ha descrito arriba.

De acuerdo con la presente invención, el sistema descrito es mejorado mediante el abastecimiento del diafragma ilustrado en la Figura 1. El diafragma 49 de diámetro variable, deformable, ilustrado esquemáticamente en la Figura 2, es controlado en posición por la válvula de solenoide 50. La válvula de solenoide 50, es controlada por el controlador programable 31 para dar cualquier secuencia deseada de las posiciones del diafragma.

En particular, el diafragma es extendido siempre que el ciclo de rechazo de sólidos comienza y no es contraído hasta que el flujo de la suspensión alimentada es comenzado de nuevo. El control de la contracción durante la fase de filtración puede ser mediante un programa determinado mediante experimento sobre la alimentación. O simplemente, la posición puede ser controlada en la mayoría de las circunstancias por la caída de presión entre el tubo de entrada de la suspensión 29 y el

tubo de salida de la suspensión 28. Un diafragma muy flexible se ajusta a lo largo de su longitud para los cambios de volumen y viscosidad que tienen lugar a lo largo de la longitud de la cubierta.

#### Ejemplo 1

Se construyó un filtro como se ilustra en la Figura 1. Era de 50 cms. de largo y contenía 500 fibras huecas de polipropileno de 200 micras de diámetro y 200 micras de pared. El diámetro de poro promedio original fué de 0.2 micras, pero las paredes de los poros fueron revestidas con un nylon hidrofílico de acuerdo con nuestra solicitud de patente australiana copendiente PG 1368 *Treatment of Porous Membranes*.

Con el diafragma de diámetro variable bastante abierto hubo una trayectoria clara alrededor del mazo de fibras de 1 cms. completo. Cuando todo el huevo es aplicado a 100 kPa, el régimen de permeación descendió en 3 minutos de 20 L / m<sup>2</sup> / hora a menos de 1 L / m<sup>2</sup> / hora. Después de limpiar con agua y ácido clorhídrico concentrado, después agua nuevamente, el experimento se repitió con el diafragma sujetando las fibras apretadamente. El régimen de permeación se estabilizó a 20 L / m<sup>2</sup> / hora. Este régimen disminuyó en 10 minutos a 12 L / m<sup>2</sup> / hora, pero pudo ser recuperado a 20 L / m<sup>2</sup> / hora mediante el contralavado a través de los poros a 700 kPa con un volumen de alargamiento de poro de permeado seguido por aire a 700 kPa para limpiar la superficie y cubierta de mucina.

El experimento comprobó la necesidad de controlar la velocidad de la alimentación a lo largo de las fibras, y que sólo un diafragma ajustado apretadamente puede dar este resultado. Sin embargo, el flujo inverso de gas a través de los poros más grandes ensancha la membrana notada por la elevación de presión en el control de presión P3. Se hizo entonces una prueba de la conveniencia de este diámetro variable en el Ejemplo 2.

#### Ejemplo 2

El aparato de la Figura 1 se modificó substituyendo el diafragma de diámetro variable con un manguito rígido. El régimen de permeación del huevo total fué nuevamente de 20 L / m<sup>2</sup> / hora. Sin embargo, cuando se hicieron intentos para soplar de nuevo mediante dirección inversa del gas a través de los poros no tuvo lugar limpieza alguna.

Se concluyó que el diámetro del diafragma debe ser aumentado para permitir que el aire se extienda para barrer las superficies.

#### Ejemplo 3

Se usó el aparato del Ejemplo 2 sin la válvula 55 para separar el agua clara de una emulsión de aceite emulsificable 0.1 % BP FEDARO-M en agua. Después de reposar durante ocho horas, se encontró que el aceite había hinchado las fibras de polipropileno 10 % en todas las dimensiones. Bucles de fibras fueron forzados junto con la alimentación y colgadas del extremo de salida del manguito rígido confinante. No pudieron ser forzados nuevamente mediante la inversión del flujo.

Sin embargo, cuando el experimento se repitió con el aparato de la figura 1, se encontró posible regular la presión del diafragma para permitir la hinchazón de la fibra. Cuando regímenes excesivos empujaron las fibras fuera de los manguitos,

podieron ser regresadas abriendo los manguitos e invirtiendo el flujo. Existe la necesidad de mantener el régimen de flujo deseado de alimentación a lo largo de las fibras como se ha definido por el número de Reynolds o cualquier número adimensional de ingeniería equivalente relacionado con la turbulencia de flujo. Existe también la necesidad de estar en condiciones de extender y recontraer el diafragma en cada contralavado de aire a través de los poros.

#### Ejemplo 4

Un jugo de caña de azúcar crudo se colocó a través del aparato de la figura 2 sin la válvula 55 y sin el diafragma flexible y se bloqueó rápidamente con material fibroso fino que no pudo ser desalojado por el contralavado de aire a través de los poros más grandes.

Sin embargo, cuando se usó el diafragma variable, se encontró que los agregados similares a papel pequeño de la fibra pudieron ser sopladados cuando el diafragma se ensanchó. Esto es comercialmente muy útil ya que elimina la necesidad de pre-filtros finos de 5 a 10 micras.

#### Ejemplo 5

Se repitió el Ejemplo 4 pero la alimentación

fué una mezcla o suspensión mezclada de yeso precipitado e hidróxido de aluminio. Terrones de yeso se acumularon en el mazo de fibras y sólo pudieron ser removidos abriendo completamente el diafragma.

La elasticidad del manguito elástico puede ser ajustada mediante una contra-presión o tensionamiento, de tal manera que un suministro de alimentación pulsado puede ocasionar el rozamiento controlado entre las fibras y entre las fibras y el manguito elástico para ayudar grandemente a la remoción del pan de filtro. El pulsado se puede lograr alterando el régimen de flujo de la suspensión alimentada a medida que entra a la cubierta, variando la presión en la entrada de control del diafragma 110 o perforando el manguito en, o cerca de su parte superior para dar comunicación controlada entre la entrada de control del diafragma 110 y la salida 107 y luego variando la presión en la entrada 105.

Se pueden hacer varias modificaciones al diafragma de la cubierta sin apartarse del ámbito y aplitud de la invención, como se ha descrito arriba.

## REIVINDICACIONES

1. Aparato para tratar una suspensión líquida que comprende una cubierta, una pluralidad de fibras microporosas huecas, elásticas, medios para suministrar la suspensión alimentada presurizada a la cubierta, medios para extraer líquido clarificado de la cubierta, medios para aplicar un flujo inverso presurizado de líquido clarificado seguido por un flujo inverso presurizado de gas para descargar los sólidos retenidos sobre o en las fibras o de alguna otra manera dentro de la cubierta, medios para descargar la suspensión concentrada y un diafragma alargado de volumen variable dentro de la cubierta y que encierra la pluralidad de fibras.

2. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1 y que incluye además, un sujetador del diafragma montado dentro de la cubierta por medio de tapones anulares separados colocados entre el exterior del sujetador y el interior de la cubierta y en donde los extremos del diafragma están asegurados a los extremos del sujetador.

3. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1 y que incluye además medios para admitir fluidos entre el diafragma y el sujetador y medios para controlar la presión del fluido.

4. Aparato de acuerdo con la reivindicación 3, en donde el control de presión está adaptado para controlar la presión del fluido de acuerdo con un programa predeterminado.

5. Aparato de acuerdo con la reivindicación 3, en donde el control de presión está adaptado para controlar la presión del fluido en respuesta a los cambios en las presiones de la alimentación y de la alimentación concentrada.

6. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1 y que incluye además, medios para sellar la suspensión alimentada líquida en la cubierta después del desplazamiento de líquido de los lumenes de fibra por el gas presurizado, de tal manera que el gas pueda ser atrapado en los lumenes a una presión superior al punto de burbujeo de las paredes de las fibras, y medios para permitir la liberación súbita del gas de una manera substancialmente uniforme a través de las paredes de las fibras.

7. Un método para concentrar los sólidos de un líquido, es decir, una suspensión líquida, que comprende las etapas de:

(i) aplicar la suspensión líquida a la superficie exterior de fibras huecas, microporosas, elásticas, encerradas mediante un diafragma de volumen variable, deformable, dentro de una cubierta o alojamiento, con lo que:

(a) algo de la suspensión líquida pasa a través de las paredes de las fibras para ser extraída como líquido clarificado de los lumenes de la fibra,

(b) cuando menos algunos de los sólidos son retenidos sobre o en las fibras o de alguna otra manera dentro de la cubierta con los sólidos no retenidos removiéndose de la cubierta con el resto del líquido,

(ii) descargar los sólidos retenidos de la cubierta aplicando a través de los lumenes de las fibras:

(a) un líquido presurizado que pasa a través de substancialmente todos los poros, con lo que substancialmente todos los poros son ensanchados para lavar cualesquiera sólidos retenidos, seguido por,

(b) un gas presurizado que pasa a través de los poros más grandes para ensanchar esos poros para desalojar cualesquiera sólidos retenidos en esos poros y para lavar las paredes exteriores de las fibras y el interior de la cubierta para remover todos los sólidos de la cubierta hasta un punto de recolección exterior, y

(iii) variar el volumen del diafragma para proveer un volumen reducido pero variable durante la aplicación de la suspensión líquida y un volumen más grande mientras es aplicado el gas presurizado.

8. Un método de acuerdo con la reivindicación 7, en donde la aplicación del gas presurizado incluye las etapas de:

(a) aplicar inicialmente el gas a una presión por debajo del punto de burbujeo de las paredes de las fibras para desplazar cualquier líquido de los lumenes de las fibras,

(b) sellar la cubierta y las superficies exteriores de las fibras con un líquido,

(c) aumentar la presión del gas por encima del punto de burbujeo de las paredes de las fibras, y

(d) liberar el sello de líquido para permitir que el gas atrapado escape substancialmente de manera uniforme a través de las paredes de las fibras.

9. Un método de acuerdo con la reivindicación 7 o la reivindicación 8, en donde las etapas del método son llevada a cabo como un procedimiento continuo usando ciclos repetitivos de retención de sólidos y descarga de sólidos.

10. Un método de acuerdo con la reivindicación 9, en donde la reanudación del flujo de la suspensión alimentada a través de las fibras después de las etapas de descarga de sólidos es retardada un tiempo suficiente para permitir que los poros extendidos recobren su tamaño original de tal manera que las partículas de dimensiones superiores de la suspensión alimentada no estarán en condiciones de pasar hacia o a través de los poros agrandados.

11. Un método de acuerdo con la reivindicación 10, en donde la reanudación del flujo de la suspensión alimentada es retardada mediante la aplicación del gas a una presión más alta que aquella de la suspensión alimentada y permitiendo que la presión de gas disminuya hasta por debajo de la presión alimentada a un régimen que

permitirá que los poros de las fibras recuperen su tamaño original antes de que el flujo de la alimentación sea reanudado.

12. Un método de acuerdo con la reivindicación 7, en donde el flujo de la suspensión alimentada tratada de la cubierta es controlado por medios de válvula para aplicar una contra presión a la alimentación.

13. Un método de acuerdo con la reivindicación 8, en donde el líquido que provee el sellado

de la cubierta es el líquido alimentado.

14. Un método de acuerdo con la reivindicación 7, en donde el volumen del diafragma está adaptado para cambiar de acuerdo con un programa preestablecido.

15. Un método de acuerdo con la reivindicación 7, en donde el volumen del diafragma está adaptado para cambiar como para mantener una caída de presión controlada a lo largo de la cubierta.

15

20

25

30

35

40

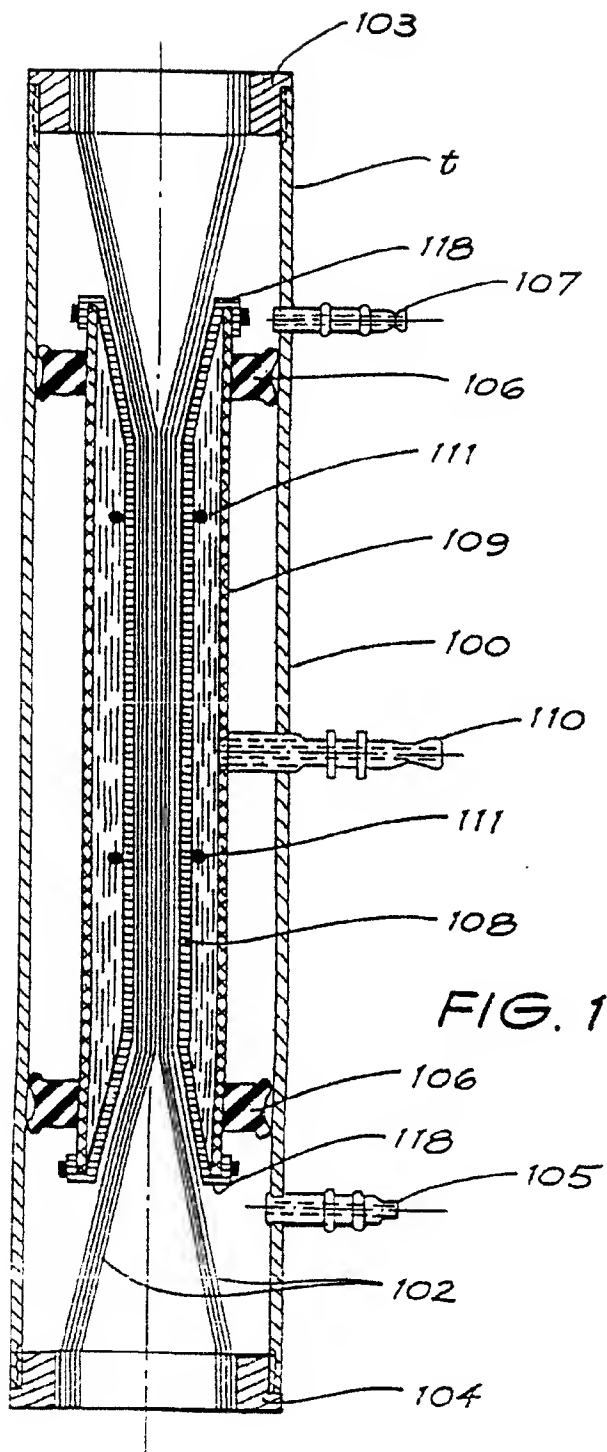
45

50

55

60

65



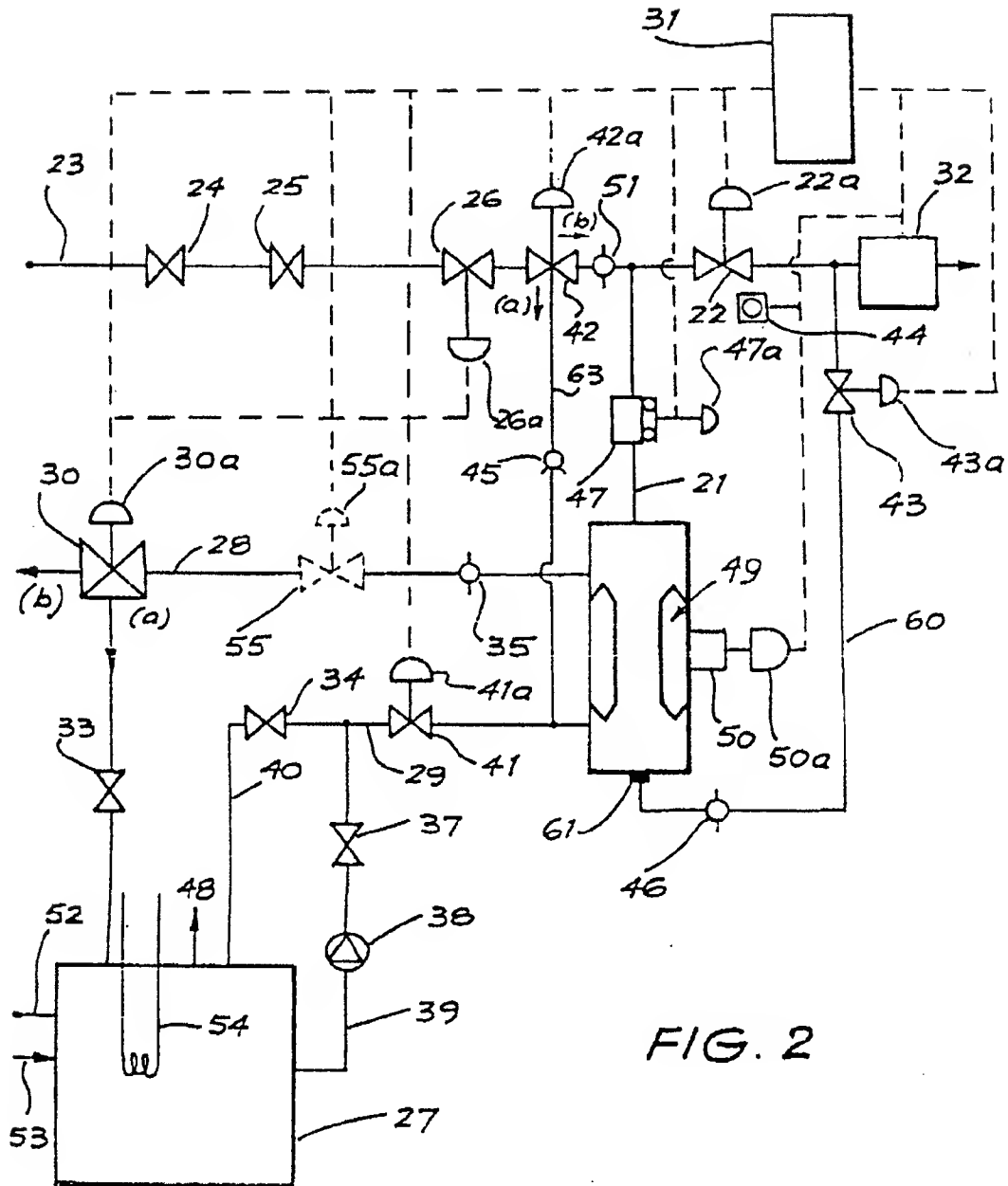


FIG. 2